



W.R.Grace & Co.  
New York, N.Y./V.St.A.

Hamburg, den 30. Oktober 1967

**Verfahren zur Herstellung von  
kugelförmigen Oxydgelen.**

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von kugelförmigen Hydrogelen.

Bislang war es üblich, kugelförmige Kieselsäuregele dadurch herzustellen, daß man ein Kieselsäurehydrosol in eine Flüssigkeit eintropfte, beispielsweise in eine organische Lösung, wobei die erhaltenen kugelförmigen Hydrosole in dieser Flüssigkeit suspendiert sind und aufgrund des Einflusses des pH-Wertes des Hydrosols, der Temperatur dieser Flüssigkeit, des Gelösten in dieser Flüssigkeit und des Gelösten selbst, wie einem Aluminiumsalz, in diesen Hydrosolen umgewandelt werden, worauf die derart erhaltenen kugelförmigen Hydrogele anschließend gewaschen und getrocknet werden, so daß man kugelförmige Gele erhält.

Durch dieses Verfahren ist es jedoch praktisch unmöglich, die organische Flüssigkeit oder das organische Lösungsmittel von den kugelförmigen Gelen abzutrennen, so daß

diese verunreinigt und verfärbt oder geschwärzt sind. Durch den Einsatz dieser kugelförmigen Gele werden auch die durch diese Gele getrockneten Substanzen verunreinigt und ferner verursachen gegebenenfalls in der Lösung vorhandenen Metallionen, wie Aluminiumionen, eine verstärkte Acidität auf der Oberfläche der Gele. Darüber hinaus ist der Wert für die spezifische Dichte des Hydrosols und des öligen flüssigen Mediums ziemlich gleich, so daß die Hydrosole und die Hydrogele sowie das Öl und die Hydrosole miteinander in Berührung stehen und sich miteinander vermischen, so daß man nur unter großen Schwierigkeiten gleichmäßige Zusammensetzungen erhält. Darüber hinaus muß man bei der Herstellung von kugelförmigen Gelen, die in einem öligen Medium geliert werden müssen, erhebliche Einschränkungen wegen der physikalischen Bedingungen des eingesetzten Rohmaterials machen, und zwar hinsichtlich Konzentration und Temperatur sowie bezüglich des Mischverhältnisses derartiger Rohstoffe, wodurch die Herstellung von hochqualifizierten Gelen unmöglich wird.

Zusätzlich zu diesen zahlreichen unerwünschten Nachteilen der bekannten Verfahren gehört die Verwendung einer öligen Lösung, die das Verfahren erheblich kompliziert und große Sorgfalt erfordert, da mit brennbaren oder gesundheits-schädlichen Stoffen gearbeitet wird.

Die vorliegende Erfindung hat sich nun die Aufgabe gestellt, ein Verfahren vorzuschlagen, bei dem keine organische Lösung verwendet werden muß, so daß die obigen Nachteile der bislang bekannten Verfahren überwunden werden.

Bei Durchführung der Erfindung wird eine Säure mit einer gegebenen Konzentration von beispielsweise einer Normalität von 2 bis 20 oder eine Mischung dieser Säure mit einem Metallsalz, und eine Lösung eines nichtmetallischen schwach sauren Alkalisalzes in beliebiger Konzentration zusammen unter hohem Druck in eine Mischvorrichtung gegeben (z.B. eine doppelte Zylinderdüse aus einem säure- und alkali-festen Material) und sofort miteinander gemischt, worauf die Mischung aus der Düse in die Luft (oder in eine andere Gasatmosphäre) gesprüht wird, wo sie kugelförmige Teilchen eines Hydrogels bildet. Die Teilchen fallen in ein Gefäß mit angesäuertem Wasser mit einem entsprechenden pH-Wert, wo die Teilchen gesammelt werden.

Der pH-Wert der ausgespritzten oder ausgesprühten Mischung kann durch entsprechende Änderung des Verhältnisses der Mengen dieser beiden Lösungen eingestellt werden. Darüber hinaus kann die Temperatur des Hydrosols etwas gegenüber der der beiden Lösungen vor dem Mischen gesteigert werden, und zwar auf eine angemessene Temperatur, wodurch man die Temperatur dieser beiden Lösungen kontrollieren kann. Dem-

zufolge wird ein Hydrosol mit gleichmäßiger Zusammensetzung erhalten, wobei die für die Gellierung des Hydrosols erforderliche Zeit in einem Bereich zwischen sofort und 10 Sekunden eingehalten werden kann, indem man die Temperaturen der beiden Lösungen und deren Verhältnis regelt. Der tatsächliche Flugweg (oder Sprühweg) von 5 bis 30 Meter und die zum Herunterfallen der Gele erforderliche Zeit (von etwa 2 bis 10 Sekunden) und das Ausmaß des Bereiches, wo das Gel hinfällt, sowie der Durchmesser des kugelförmigen Hydrogels und dessen Verteilung, kann durch geeignete Auswahl der Form der Düse, durch das Hervorragen oder Überstehen der Düsenöffnung und den Druck, mit welchem die Lösungen in die Vorrichtung geführt werden, reguliert werden. Es werden keine nachteiligen Wirkungen, wie Austrocknen der Oberfläche, auf den kugelförmigen Hydrogelen aufgrund der Fortbewegung in Luft oder Gas beobachtet, da diese Hydrogele sofort in Wasser absinken. Die Möglichkeit etwaiger nachteiliger Störungen kann noch wirksamer durch eine genaue Auswahl der Art und der Temperatur der gasförmigen Atmosphäre beeinflusst werden.

Die derart erhaltenen Hydrogele werden dann gealtert, gewaschen, getrocknet und in kugelförmige Gele umgewandelt. Die so erhaltenen kugelförmigen Gele sind gleich oder besser als Gel Typ A oder Gel Typ B nach japanischem Industriestandard und enthalten keine organischen oder anorganischen

Verunreinigungen. Die kugelförmigen Gele haben einen Durchmesser von etwa weniger als 0,1 bis 5 mm und besitzen eine Adsorptionskapazität von 100 %.

#### Beispiel 1

Eine 3-normale verdünnte Schwefelsäure wurde unter einem Druck von  $1 \text{ kg/cm}^2$  bei  $20^\circ \text{C}$  und eine 2-normale Natrium-silikatlösung wurde unter einem konstanten Druck von  $5 \text{ kg/cm}^2$  bei  $20^\circ \text{C}$  in eine konzentrische Doppelzylinderdüse mit einem Düsendurchmesser von 4 mm eingegeben. Die Temperatur der Mischung beträgt  $42^\circ \text{C}$  und die Durchsatzgeschwindigkeit wurde auf 3 l/min eingestellt. Der pH-Wert betrug 8 oder 9; man benötigte etwa 1 Sekunde, damit die Lösung gelierte. Dieses bedeutete, daß der Flugweg 7 m betragen mußte. An der Stelle, wo die Gele herunterfielen, wurde ein Behälter mit einem Durchmesser von 1,5 m mit angesäuertem Wasser vom pH 2 aufgestellt, um die Gele aufzufangen.

Die derart erhaltenen Hydrogele hatten eine gleichmäßige Zusammensetzung, waren transparent und besaßen einen Durchmesser von 6 bis 1 mm. Ausgezeichnete kugelförmige Gele, die farblos und transparent waren, und einen Durchmesser von 0,5 bis 3 mm hatten, wurden erhalten, indem man die Hydrogele aalterte, wusch und trocknete. Die Adsorptionskapazität der Gele beträgt  $110 \text{ mg H}_2\text{O/g SiO}_2$  bei 20%iger relativer Luftfeuchte bzw.  $330 \text{ mg H}_2\text{O/g SiO}_2$  bei 90%iger relativer Luftfeuchte. Dieses entspricht den Anforderungen

nach japanischem Industriestandard. Die chemische Zusammensetzung dieser kugelförmigen Gele entsprach nahezu reiner Kieselsäure aus mehr als 99,8 %  $\text{SiO}_2$  nach Aktivierung. Die Volumenverringering während der Aktivierung betrug etwa 7 %, was im wesentlichen auf Wasserverlust beruhte. Wenn man diese Gele in Luft auf 100 bis 400°C erwärmt, verfahren sie sich nicht so wie die nach bekannten Verfahren hergestellten kugelförmigen Gele.

#### Beispiel 2

Es wurde nach dem Verfahren gemäß Beispiel 1 gearbeitet; der Wasserbehälter zur Aufnahme der Gele enthielt Wasser mit einem pH-Wert von 7. Die kugelförmigen Gele hatten Eigenschaften, die einem als Adsorptionsmittel geeigneten Kieselsäuregel Typ B nach japanischem Industriestandard entsprachen; die Adsorptionseigenschaften betrugen 50 mg  $\text{H}_2\text{O}/\text{g SiO}_2$  bei 20%iger relativer Luftfeuchte und 600 mg  $\text{H}_2\text{O}/\text{g SiO}_2$  bei 90%iger relativer Luftfeuchte.

#### Beispiel 3

Eine 2- bis 4-normale Schwefelsäure wurde unter konstantem Druck zwischen 2 und 5  $\text{kg}/\text{cm}^2$  zusammen mit einer 3- bis 5-normalen Natriumsilikatlösung ebenfalls unter einem Druck von 2 bis 5  $\text{kg}/\text{cm}^2$  in eine konzentrische Doppelzylinderdüse geführt. Die Temperatur der Mischung lag bei etwa 40°C, während die Durchflußgeschwindigkeit der Mischung auf 2 bis 4  $\text{l}/\text{min}$  eingestellt wurde.

Der pH-Wert lag zwischen 4 und 6; man benötigte 0,5 bis 1 Sekunde zur Gelierung der Lösung, was einem Flugweg von 2 bis 5 m entsprach. Der pH-Wert des die herabfallenden kugelförmigen Kieselsäurehydrogelteilchen aufnehmenden Wassers im Behälter entsprach etwa dem der Hydrogele.

Die herabgefallenen Hydrogele wurden 1 bis 10 Stunden bei entsprechender Temperatur in Wasser aufbewahrt, das etwa den gleichen pH-Wert wie das Wasser in dem Behälter aufwies; anschließend wurde mit Wasser gewaschen. Der pH-Wert des Waschwassers entsprach zuerst dem des Wassers im Behälter und wurde anschließend auf einen gewünschten Wert zwischen 2 und 11 eingestellt. Nach dem Waschen wurden die Hydrogele getrocknet und kugelförmige Gele erhalten. Wenn der pH-Wert des Waschwassers am Ende des Waschens etwa einen Wert von 3 hat, so entspricht die Adsorptionseigenschaft des erhaltenen Kieselsäuregels den Eigenschaften eines Silikagels Typ A gemäß japanischer Industriennorm. Bei einem pH-Wert von 10 entsprechen die Adsorptionseigenschaften denen eines Kieselsäuregels Typ B nach japanischer Industriennorm.

ue:cm

W.R.Grace & Co.

New York, N.Y./V.St.A.

Hamburg, den 30. Oktober 1967

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung kugelförmiger Hydrogele, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Säure oder eine Mischung einer Säure und eines Metallsalzes, und eine wässrige Lösung eines Alkalisalzes einer nicht-metallischen schwachen Säure zusammen unter Druck in eine Mischvorrichtung gibt, diese sofort in dieser mischt und die erhaltene Mischung in eine Gasatmosphäre ausspritzt, so daß die ausgespritzte Mischung des Hydrosols während der Flugzeit durch die Gasatmosphäre gelatiniert, worauf man die derart erhaltenen kugelförmigen Hydrogelteilchen in einem Gefäß mit angesäuertem Wasser aufnimmt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischung 2 bis 10 Sekunden durch die Atmosphäre gespritzt wird.